



TITLE:

On the Phase Transition between Quartz and Coesite(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Yasukawa, Katsumi

CITATION:

Yasukawa, Katsumi. On the Phase Transition between Quartz and Coesite. 京都大学, 1963, 理学博士

ISSUE DATE:

1963-06-25

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/211120>

RIGHT:

氏 名	安 川 克 己 やす かわ かつ 己
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 63 号
学位授与の日付	昭 和 38 年 6 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 地 質 学 鉱 物 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	On the Phase Transition between Quartz and Coesite (石英とコース石との間の相転移について)
論 文 調 査 委 員	(主 査) 教 授 初 田 甚 一 郎 教 授 吉 澤 甫 教 授 高 木 秀 夫

論 文 内 容 の 要 旨

石英の高圧型同質異像として、比重の大きいコーサイトという鉱物がある。この鉱物は、天然にはほとんど見られないが、1953年に Coes, L., Jr. が初めてその合成に成功している。

著者安川克己は、Coes とは違った材料および条件のもとに、アンビル型加圧装置を用いて、この鉱物の合成に成功したが、主論文の第1部では、その際できた円板状試料が帯状構造をなすことに注目し、この種の加圧装置により受ける試料内部の圧力分布を、試料が弾性体および可塑性体と仮定した二つの場合について、解析的に求め、実験結果と比較して、仮定した境界条件の不当でないことを立証している。

まず、従来の加圧装置を改良して、特に試料を直接押す場合には、弾性力学的に計算して最も破壊し難い形を採用し、常温で 50 kb, 800°C で 30 kb を常にかけられるように設計した。この装置により、水で湿したシリカゲルを、金の薄板で包んで加圧、加熱すること数時間の後、急冷し、生成物をX線分析および光学的方法により調べて、円形を示す透明な中心部はコーサイトであり、白濁輪状の周辺部は α 石英であることを確かめた。このような実験を、種々の温度・圧力のもとに、くり返した結果、コーサイトの生成する臨界圧力と温度との関係は、ほぼ直線的であることを見いだした。

生成された試料は凸レンズ状で、加えられた圧力・温度に応じて、コーサイトよりなる内円の半径が異なっている。Bridgman は、この形は加圧中におけるピストン表面の変形に対応するものと解釈し、試料のごく周辺部を除いては、静水圧の状態が存在すると考えているが、著者はこれに疑義をもち、試料に比べてピストンの材料は大きな剛性を有するので、その表面はほとんど変形することなく、凸レンズ状になるのは、圧力がとり去られるとともに試料が変形するものと考えた。すなわち、半無限弾性体の表面の円形部分に一樣にかけられた圧力によって、その表面が示す変位を与えている Timoshenko らの式から計算すると、中央部の凹み量は、周辺部のその約2倍になるはずであるが、Bridgman の値は5倍になっており、彼の仮定が不当であることを指摘している。なお、これを裏付けるため、試料内部における歪力分布を、弾性論および塑性論に基づいて計算し、石英の剪断強度の妥当な値を用いて、コーサイト部分と

試料全体との半径比と、加わった平均圧力との関係を示す曲線が、実験より得た曲線とよく一致する結果を得た。

第2部においては、第1部の結果を用いて圧力の補正を行ない、実際に各部にかかる圧力を計算して、コーサイトと石英との正確な平衡関係を決定している。次にコーサイトの安定性に関する実験結果を述べ、石英との混合物を常圧のもとでは1100°Cに2週間以上においても石英分の増加は認められなかったが、15 kb, 400°Cでは、約4時間後に急冷した試料でも著しい石英分の増加があったことをX線回折によって認めた。

このことは、地殻内に存在する温度圧力のもとにおいても、コーサイトは石英に変わり得ることを示し、Coesのいうほど安定なものではないことを示す。Boyd, F. R. (1960)らは地殻内では、コーサイトを生じるのには、圧力が不足であると述べているが、著者は自らの実験結果から、地殻内でも、動力変成作用の場合のような圧力条件下では、十分コーサイトが生じうるが、天然にほとんど見つからないのは、変成岩が地表に露出するようになる長い地質時代の中に、温度・圧力条件がコーサイトの安定領域からはずれるために、一たんできたものが再び石英に遷移してしまうのであると結論している。

参考論文の4編は、いずれも岩石磁性に関するもので、その1は含チタン磁鉄鉱の固相分離における相の分布が地質時代とともに変わってきたことを論じ、その2では、動力変成作用によって、結晶片岩が残留磁気を有するに至る機構を、また、その3では、堆積岩や変成岩が単一方向の圧力を受けた状態にある際に、水酸化鉄の脱水により α ヘマタイトを生じて磁性を有するに至る機構を、それぞれ解明している。その4では、動力変成岩が、常温以上において一般に常磁性をもち、片理構造に関連した帯磁率の異方性を示すことを見いだしている。

論文審査の結果の要旨

石英の高圧型同質異像として、普通の石英(α 石英)よりも比重の大きなコーサイト(コース石)という鉱物があるが、1953年に Coes が初めてその合成に成功している。著者は Coes とは違った材料および条件によって、アンビル型加圧装置を用いて、この鉱物の合成を行ない、またコーサイトと石英間の転移について研究している。この型の加圧装置は、高圧を得る装置としては、比較的簡単であるにもかかわらず高圧を得られる特長があるが、遺憾なことに、試料にかかる応力が一様でなく、ある特定の部分にかかっている応力の正確な値を知ることができなかった。

著者は試料を弾性体とした場合と、塑性体とした場合との解をそれぞれ求めて、この問題を解決した。実験によって得られる試料は、中央に円板状をなすコーサイトの部分と、それを取りまく石英からなる環状部分とに、明らかに区別できるが、温度を一定として、両者の半径比と加わった応力との関係を、グラフに記入すると、上述の解から求められた理論的曲線とよく一致し、これは解の正しいことを証明している。また、コーサイトと石英との相平衡関係を見いだすための実験を、温度・圧力の種々の組み合わせのもとに行なっているが、これにも上述の解を用いて求めた、正しい相平衡関係を得ている。

また、コーサイトの安定性について、Coes は、この鉱物は非常に安定で、一たん生じると再び石英にかえることはむづかしいと述べているが、著者の実験では、両者の混合物を 15 kb, 400°C にわずか数時

間保つだけで、相当な割合のコーサイトが石英に変わったことを、X線回折像によって確認している。

以上のことは、従来考えられていたように、マントルまで深く入らないでも、地殻中においても動力変成の場合のように方向性をもった圧力のもとでは、コーサイトが生じ得るが、褶曲や剝作用などによって地表に近づき、コーサイトの不安定な温度・圧力条件下におかれた場合には、石英に変わり得ることを示したものである。

要するに、著者安川克巳の業績は、アンビル型加圧装置に創意工夫を加えて、コーサイトの合成に成功し、特にこの種加圧装置の問題点とされていた試料に加わる圧力分布を解析し、コーサイト・石英間の正確な相平衡関係を確立したもので、その安定性に関する新しい知見とともに、地殻深部における岩石・鉱物の挙動についての研究に寄与するところが少なくない。また、主論文、参考論文を通じて、著者が実験地質学の分野において、すぐれた研究能力をもつことが十分認められる。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認められる。